

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 2 月 1 7 日
Date of Application:

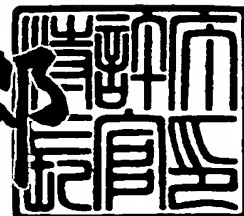
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 6 5 5 6 7
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 6 5 5 6 7]

出 願 人 日 本 航 空 電 子 工 業 株 式 有 限 公 司
Applicant(s):

2 0 0 3 年 7 月 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 5 4 1 3 1

【書類名】 特許願

【整理番号】 JAE02N7035

【提出日】 平成14年12月17日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都渋谷区道玄坂1丁目21番2号 日本航空電子工業株式会社内

 【氏名】 則松 俊英

【特許出願人】

 【識別番号】 000231073

 【氏名又は名称】 日本航空電子工業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100066153

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 草野 卓

【選任した代理人】

 【識別番号】 100100642

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 稲垣 稔

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 002897

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9708750

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 磁気アクチュエータ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 永久磁石と、

その永久磁石の作る磁場内に位置された回動体と、

その回動体を回動自在に支持するトーションヒンジと、

互いに対向配置された可動櫛歯電極と固定櫛歯電極とよりなる静電アクチュエータと、

その静電アクチュエータにより、上記トーションヒンジがなす回動軸と垂直方向に駆動されて、上記永久磁石と回動体との間に出入りする移動体とよりなり、

上記回動体及び移動体は強磁性を有し、

上記移動体が駆動されて上記回動体に近づくことにより、それら回動体と移動体との間に生じる斥力によって上記回動体が回動する構造とされていることを特徴とする磁気アクチュエータ。

【請求項 2】 請求項 1 記載の磁気アクチュエータにおいて、

上記回動体及び移動体は共に基体と、その基体表面に形成された強磁性体膜とよりなることを特徴とする磁気アクチュエータ。

【請求項 3】 請求項 2 記載の磁気アクチュエータにおいて、

上記強磁性体膜は上記基体上に杵状をなすように形成されていることを特徴とする磁気アクチュエータ。

【請求項 4】 請求項 3 記載の磁気アクチュエータにおいて、

上記杵状をなす強磁性体膜はその杵の一部が分断されていることを特徴とする磁気アクチュエータ。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

この発明は光スキャナ等に使用することができる磁気アクチュエータに関する

。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

図 1 1 及び 1 2 はこの種の用途に使用されるアクチュエータの従来構成の一例として、シリコンマイクロマシニング技術を用いて作製されたアクチュエータを示したものであり、枠体 1 1 と、その枠内に位置する可動板 1 2 と、その可動板 1 2 を枠体 1 1 に支持する一対のトーションヒンジ 1 3 がシリコンのエッチングによって一体形成されている。

枠体 1 1 はスペーサ 1 4 を介して基板 1 5 上に搭載され、基板 1 5 の可動板 1 2 と対向する部分には一対の固定電極 1 6 が形成されている。

可動板 1 2 は可動電極をなし、この可動板 1 2 と固定電極 1 6 との間に電圧を印加することにより、両者の間に静電力が働き、可動板 1 2 は固定電極 1 6 に静電吸引されて、一対のトーションヒンジ 1 3 がなす軸を中心に回転するものとなっている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0003】**【特許文献 1】**

特開平 6-180428 号公報（図 1 1, 1 2）

【0004】**【発明が解決しようとする課題】**

ところで、この図 1 1 及び 1 2 に示したような静電駆動方式のアクチュエータにおいては、可動板 1 2 の回転角度を増加させるに従い、必要な電圧が高くなり、つまり大きな回転角度（駆動角度）を得ようとする、非常に大きな駆動電圧が必要となる。

また、可動板 1 2 自体に電圧をかける構造のため、例えばチャージの移動によって動作不良等が生じる虞れがあり、信頼性の点で問題のあるものとなっていた。

この発明の目的はこのような問題に鑑み、低電圧駆動で大きな駆動角度を実現でき、かつ信頼性に優れた磁気アクチュエータを提供することにある。

【0005】**【課題を解決するための手段】**

請求項 1 の発明によれば、永久磁石と、その永久磁石の作る磁場内に位置され

た回動体と、その回動体を回動自在に支持するトーションヒンジと、互いに対向配置された可動櫛歯電極と固定櫛歯電極とよりなる静電アクチュエータと、その静電アクチュエータによりトーションヒンジがなす回動軸と垂直方向に駆動されて、永久磁石と回動体との間に入り出す移動体とよりなり、回動体及び移動体は強磁性を有し、移動体が駆動されて回動体に近づくことにより、それら回動体と移動体との間に生じる斥力によって回動体が回動する構造とされる。

【0006】

請求項2の発明では請求項1の発明において、回動体及び移動体は共に基体と、その基体表面に形成された強磁性体膜とよりなるものとされる。

請求項3の発明では請求項2の発明において、強磁性体膜は基体上に杵状をなすように形成されているものとされる。

請求項4の発明では請求項3の発明において、杵状をなす強磁性体膜はその杵の一部が分断されているものとされる。

【0007】

【発明の実施の形態】

この発明の実施の形態を図面を参照して実施例により説明する。

図1はこの発明による磁気アクチュエータの一実施例を示したものであり、図2乃至5はこの磁気アクチュエータの動作原理を示したものである。まず、これら図2乃至5を参照して、この発明による磁気アクチュエータの動作原理を説明する。

図2に示したように永久磁石Mの作る磁場内のある位置（永久磁石M表面の磁界中心からずれ、かつ永久磁石Mと一定の距離、離れた位置）に十分薄く、水平方向（永久磁石M表面と平行方向）に十分な長さをもつ強磁性体Aを配置すると、図3上段に示したように磁場内に挿入直後に生じる強磁性体A内の局所的な磁気モーメントが水平方向に強め合って揃い、図3下段に示したように強磁性体Aは長手方向（水平方向）に磁気モーメントをもった双極体となる。

【0008】

この強磁性体Aに図4に示したように回動自在とする支点Sを設けると、支点Sを通る磁力線に平行となろうとする方向に力のモーメントがかかる（磁気トル

クが発生する)。強磁性体Aはこのモーメント、重力及び支点Sの抗力が釣り合う、例えば図4に示したような位置に静止する。

この状態の強磁性体Aと永久磁石Mとの間に入るように、強磁性体Aと同様の強磁性体Bを図5に示したように強磁性体Aに近づけると、支点Sに近い位置において強磁性体A、Bは同極同士となり、よって斥力（磁気反発力）が生じ、この斥力によって強磁性体Aに回転モーメントが発生し、強磁性体Aは矢印で示した方向に回転する。

【0009】

強磁性体A、B間に生じる斥力は、強磁性体Bが強磁性体Aに近づくほど大きくなり、また近づくほど磁界も強くなることから強磁性体B内の磁束も強くなり、よって強磁性体Bが近づくほど強磁性体Aに生じる回転モーメントは大きくなって、極めて回転角度（駆動角度）の大きい駆動が可能となる。

なお、上述した強磁性体A、Bは板状でも良いが、例えば図6に強磁性体Aについて例示したように棒状（リング状）とすることで、より水平方向に一様な磁化状態となり易いものとすることができる。

また、この場合、図6に示したように閉ループとせず、一部が切り欠かれて分断された形状とすることで、強磁性体A駆動時の磁場の変化による電流の発生を抑え、それに起因する磁場の乱れを抑制して動作を安定化させることができる。

【0010】

図7は上述したような動作原理によって動作する磁気アクチュエータを模式的に示したものであり、強磁性体A、Bは一部が分断された棒状とされて板P、Q上に配置されている。なお、図7中、Tは板Pを回転自在に支持するトーションヒンジを示す。

次に、この発明による磁気アクチュエータの具体的な構成を図1に示した実施例を参照して説明する。

回転体21はこの例では方形板状とされた基体22と、その基体22表面に形成された強磁性体膜23とよりなり、強磁性体膜23は棒状とされて、その棒の一部が分断されているものとされる。

【0011】

回動体 21 の一端側の両側面には互いに外向きに延伸されてなる一対のトーションヒンジ 24 が設けられており、回動体 21 はこれらトーションヒンジ 24 によって回動自在に支持されている。一対のトーションヒンジ 24 は基体 22 と一体形成されており、それらの他端は支持台 25 にそれぞれ連結支持されている。なお、支持台 25 はベース 26 上に位置されている。

ベース 26 は方形枠状とされて、その一辺の中央部が切り欠かれている形状とされ、この切り欠かれている部分に永久磁石 27 が位置されている。永久磁石 27 は直方体ブロック状とされて、内部の磁力線の方向が上下方向とされ、即ち回動体 21 と対向する上面が N 極（もしくは S 極）とされている。回動体 21 はこの永久磁石 27 が作る磁場内に位置されている。

【0012】

永久磁石 27 と回動体 21 との間に入出入りするよう駆動される移動体 31 は方形板状とされた基体 32 と、その基体 32 表面に形成された強磁性体膜 33 とよりなり、強磁性体膜 33 は回動体 21 の強磁性体膜 23 と同様、枠状とされて、その枠の一部が分断されているものとされる。なお、強磁性体膜 33 は図 1 に示したように移動体 31 の、回動体 21 と近接する前端側に配置されている。

移動体 31 の後端側の両側面には互いに外向きに延伸されてなる二対の支持ビーム 34 が設けられており、移動体 31 はこれら支持ビーム 34 を介してベース 26 上の基台 35 に支持されている。

【0013】

上記のように支持された移動体 31 は静電アクチュエータによって駆動されるものとされる。静電アクチュエータは互に対向配置された可動櫛歯電極 36 と固定櫛歯電極 37 とよりなる構造とされ、可動櫛歯電極 36 は移動体 31 の支持ビーム 34 が設けられている両側面にそれぞれ設けられ、これらと櫛歯がかみ合うように一対の固定櫛歯電極 37 が、その基部 37a がベース 26 上に搭載されて配置されている。

上記のような構造において、移動体 31 の基体 32、支持ビーム 34、基台 35 及び可動櫛歯電極 36 は、例えばシリコン基板をエッチングすることによって一体形成され、また固定櫛歯電極 37 及び支持台 25 の下部 25a もそのシリコ

ン基板と同じ基板からエッチング形成される。

【0014】

回動体 21 の基体 22、トーションヒンジ 24 及び支持台 25 の上部 25b は例えばポリシリコン膜によって一体形成され、強磁性体膜 23、33 は例えばニッケル膜とされる。また、ベース 26 もシリコン基板によって形成される。

なお、図 1 では図示を省略しているが、ベース 26 と支持台 25、固定櫛歯電極 37 の基部 37a、基台 35 との各間には絶縁層として二酸化シリコン層が介在されており、支持台 25 の下部 25a と上部 25b の間にも二酸化シリコン層が介在されている。また、強磁性体膜 23、33 は共に二酸化シリコン層を介して基体 22、32 上に形成されている。

【0015】

上記のような構成とされた磁気アクチュエータにおいて、回動体 21 及び移動体 31 は前述のこの発明による磁気アクチュエータの動作原理説明における強磁性体 A 及び強磁性体 B と対応し、即ち可動櫛歯電極 36 と固定櫛歯電極 37 との間に電圧が印加されて、可動櫛歯電極 36 が固定櫛歯電極 37 に静電吸引され、それにより移動体 31 がトーションヒンジ 24 のなす回動軸と垂直方向に駆動されて、永久磁石 27 の作る磁場内に位置する回動体 21 に近づくことにより、それら回動体 21 と移動体 31 との間に生じる斥力によって回動体 21 が回動する構造とされている。

【0016】

このような構成とされた磁気アクチュエータによれば、移動体 31 を直線駆動（水平駆動）することで、回動体 21 の大きな駆動角度（回動角度）を得ることができ、また移動体 31 は櫛歯型の静電アクチュエータによって駆動されるため、低電圧での駆動が可能となる。

なお、回動体 21 には電圧がかからないため、チャージの移動によって動作不良等が生じるといった虞れもなく、その点で信頼性の高いアクチュエータを得ることができる。

次に、マイクロマシニング技術を用いて作製される、この図 1 に示した磁気アクチュエータの作製方法を図 8 乃至 10 を参照して工程順に説明する。なお、図

8乃至10は図1におけるYY断面を示している。

【0017】

(1) 二酸化シリコン層41の両面にシリコン層42, 43が配置されてなる多層構造のSOI基板44を用意する。

(2) SOI基板44を熱酸化し、表裏両面に二酸化シリコン層45, 46を形成する。

(3) 表面側の二酸化シリコン層45上にCVD装置等でポリシリコン層47を成膜形成する。

(4) ポリシリコン層47上にCVD装置等で二酸化シリコン層48を成膜形成する。

【0018】

(5) 二酸化シリコン層48上にフォトリソグラフィにより、回転体の基体、トーションヒンジ、支持台パターンを形成し、RIE装置等により、そのパターン通りに二酸化シリコン層48をエッチングする。

(6) ポリシリコン層47をRIE装置等により二酸化シリコン層48のパターンをマスクとしてエッチングする。

(7) 表面側の二酸化シリコン層45, 48をRIE装置等で除去した後、ポリシリコン層47及びシリコン層42上にCVD装置等で再度、二酸化シリコン層49を成膜形成する。

【0019】

(8) 二酸化シリコン層49上にフォトリソグラフィにより、移動体の基体、支持ビーム、基台、可動歯電極、固定歯電極、支持台パターンを形成し、RIE装置等により、そのパターン通りに二酸化シリコン層49をエッチングする。

(9) シリコン層42をRIE装置等により二酸化シリコン層49のパターンをマスクとしてエッチングする。その後、表面側にスパッタ装置等でニッケル等の強磁性体層51を成膜形成する。

(10) 強磁性体層51上にフォトリソグラフィにより、回転体及び移動体の枠状強磁性体膜パターンを形成し、ミリング等でそのパターン通りに強磁性体層

51 をエッチングする。

【0020】

(11) 裏面側の二酸化シリコン層 46 上にフォトリソグラフィにより、回動体の下に永久磁石を配置する空間を形成するためのパターンを形成し、RIE 装置等により、そのパターン通りに二酸化シリコン層 46 をエッチングし、その後、二酸化シリコン層 46 のパターンをマスクとしてシリコン層 43 をエッチングする。

(12) 裏面側の二酸化シリコン層 46 上にフォトリソグラフィにより、ベースパターンを形成し、RIE 装置等により、そのパターン通りに二酸化シリコン層 46 をエッチングする。この際、裏面側に露出している二酸化シリコン層 41 もエッチング除去する。

【0021】

(13) 裏面側より二酸化シリコン層 46 のパターンをマスクとして RIE 装置等によりシリコン層 43、42 をエッチングし、その後、二酸化シリコン層 41、49 をエッチングする。これにより、図 1 に示した磁気アクチュエータの永久磁石 27 のない状態の構造が作製される。

(14) 下基板 52 を用意し、下基板 52 上にベース 26 を搭載固定する。また、回動体 21 の下部空間に位置するように永久磁石 27 を下基板 52 上に搭載固定する。以上により、図 1 に示した磁気アクチュエータが完成する。なお、図 1 においてはこの下基板 52 の図示は省略している。下基板 52 の材質は静電気によるアクチュエータの動作不良を防止するため、金属もしくはシリコン等の半導体が好ましい。

【0022】

上述した実施例では回動体 21 及び移動体 31 は共に基体 22、32 表面に強磁性体膜 23、33 を形成することにより、強磁性を有するものとしているが、これら回動体 21 や移動体 31 を例えば強磁性体そのもので形成するといった構造も採用することができる。

なお、回動体 21 は図 4 における強磁性体 A で説明したように、また図 1 に示したように、移動体 31 が離れて斥力を受けない状態（初期状態）でも、所定の

角度、回動した状態となっているが、例えば回動体 21 のトーションヒンジ 24 によって支持されている支持端と反対側の遊端上に、適当な質量をレジストや金属によって付加することによって初期状態における角度を調整することができ、水平とすることもできる。

【0023】

【発明の効果】

以上説明したように、この発明による磁気アクチュエータによれば低電圧駆動で大きな駆動角度を得ることができる。

また、回転駆動される回動体は、それ自体には電圧がかからないため、例えばチャージの移動によって動作不良等が生じるといったことも発生せず、よって信頼性の高いアクチュエータを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

この発明による磁気アクチュエータの一実施例を示す斜視図。

【図2】

この発明による磁気アクチュエータの動作原理を説明するための図（その1）

。

【図3】

この発明による磁気アクチュエータの動作原理を説明するための図（その2）

。

【図4】

この発明による磁気アクチュエータの動作原理を説明するための図（その3）

。

【図5】

この発明による磁気アクチュエータの動作原理を説明するための図（その4）

。

【図6】

強磁性体の好ましい形状例を説明するための図。

【図7】

この発明による磁気アクチュエータを模式的に示した図。

【図 8】

図 1 に示した磁気アクチュエータの作製工程を説明するための図（その 1）。

【図 9】

図 1 に示した磁気アクチュエータの作製工程を説明するための図（その 2）。

【図 1 0】

図 1 に示した磁気アクチュエータの作製工程を説明するための図（その 3）。

【図 1 1】

従来の、トーションヒンジに支えられた可動板が回転する構造のアクチュエータを示す斜視図。

【図 1 2】

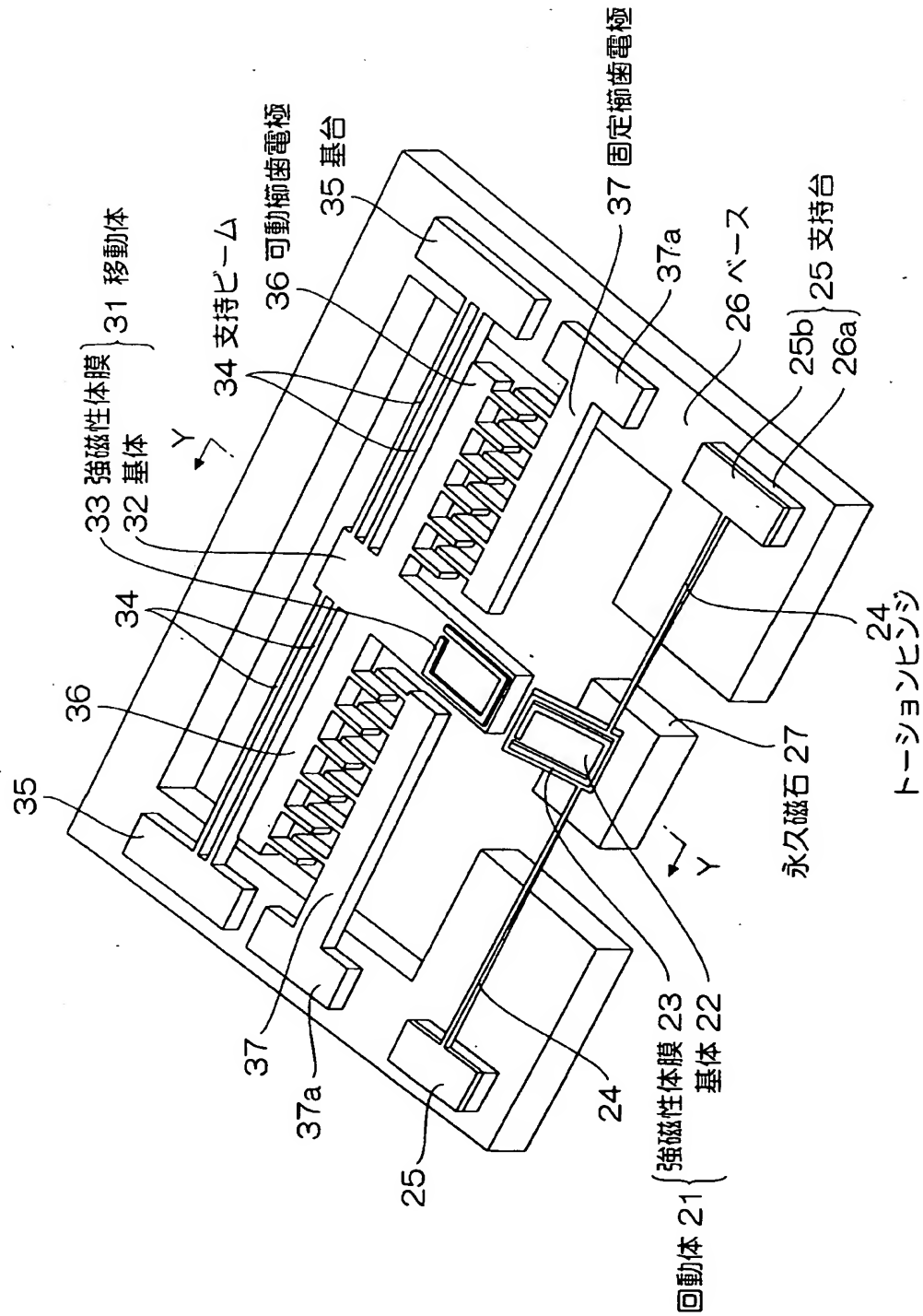
図 1 1 の断面図。

【書類名】

図面

【図 1】

図 1



【図 2】

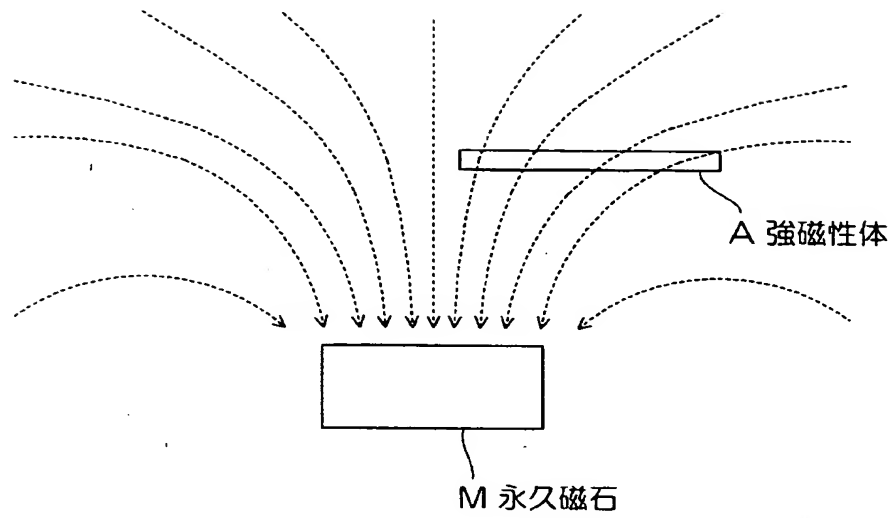


図2

【図 3】

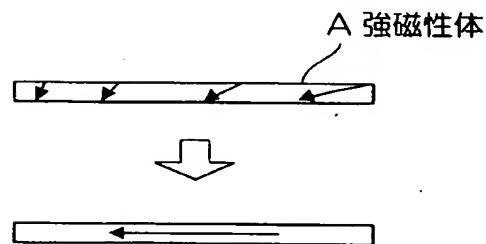


図3

【図 4】

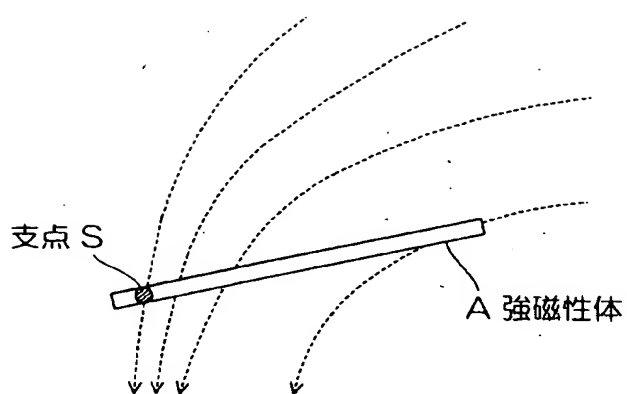


図4

【図 5】

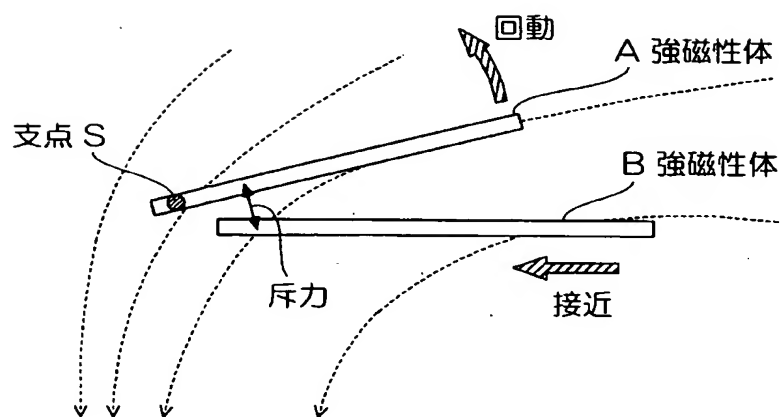


図5

【図 6】

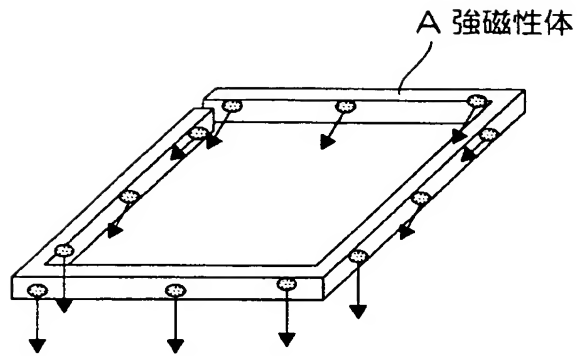


図6

【図 7】

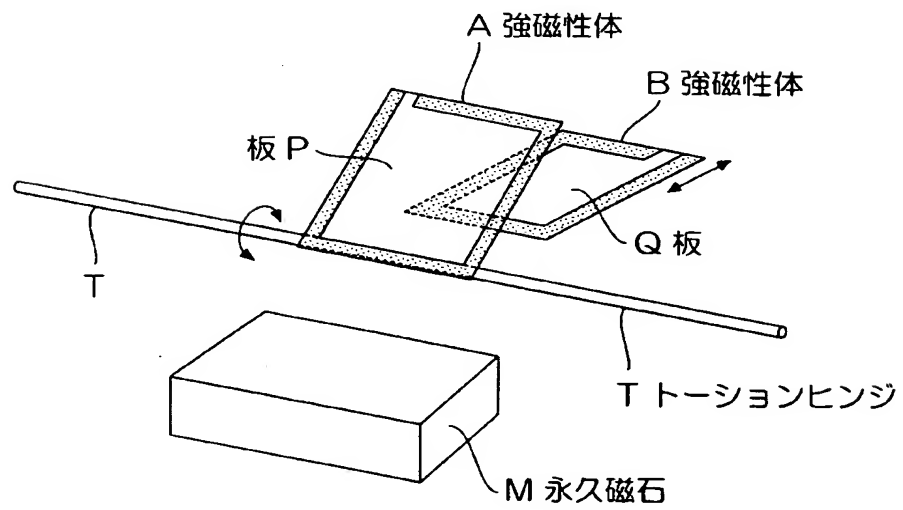


図7

【図 8】

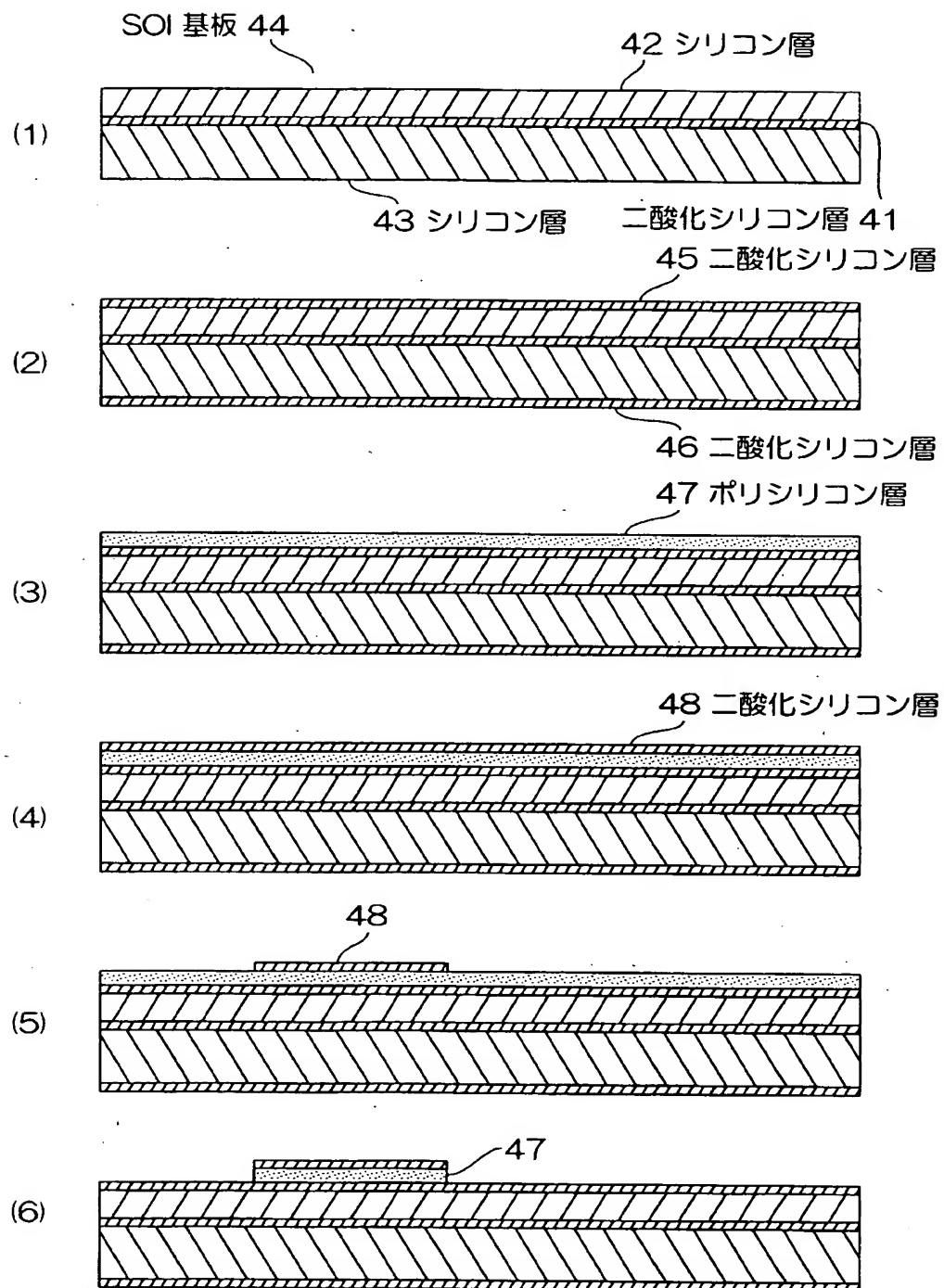


図8

【図 9】

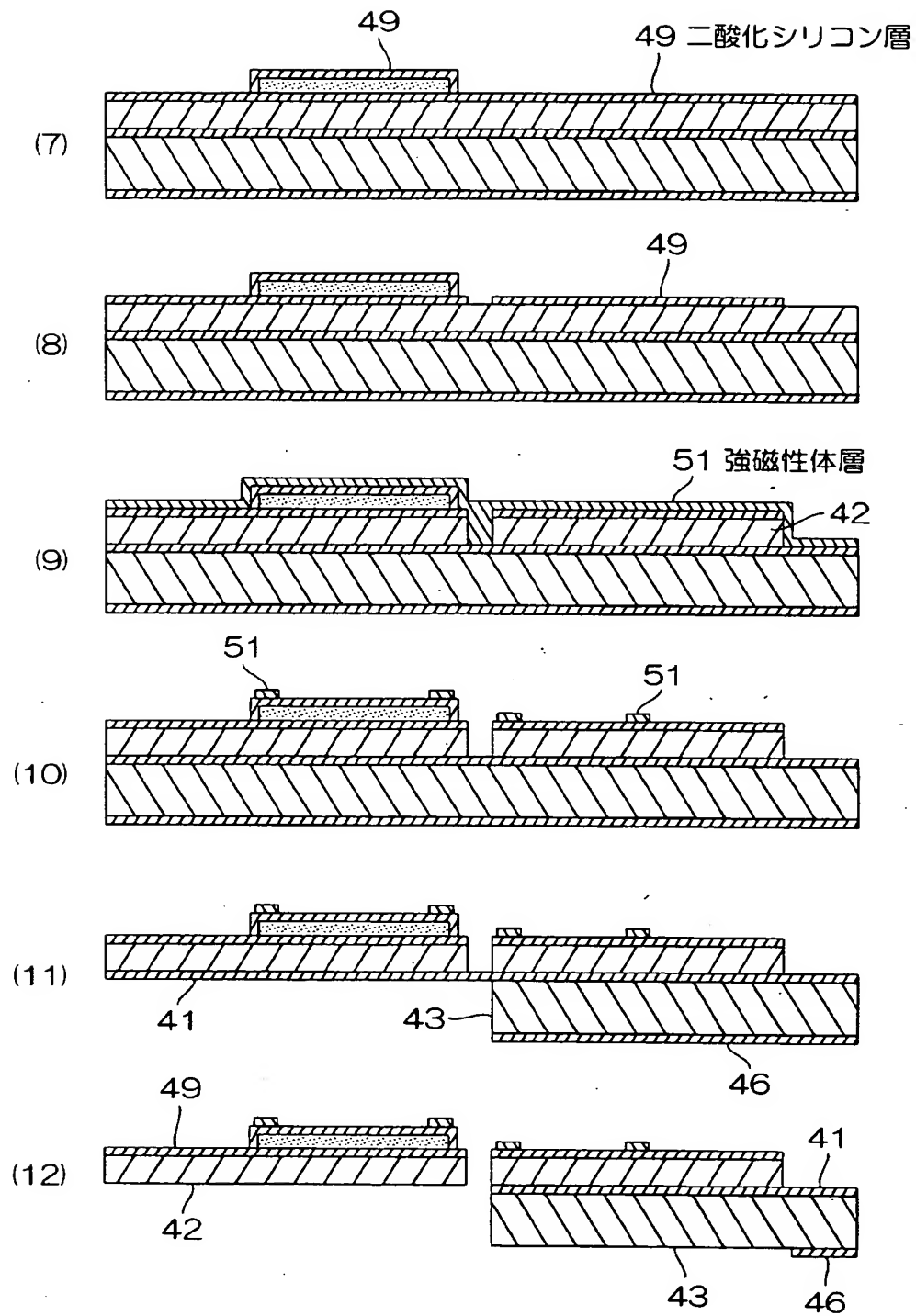


図9

【図10】

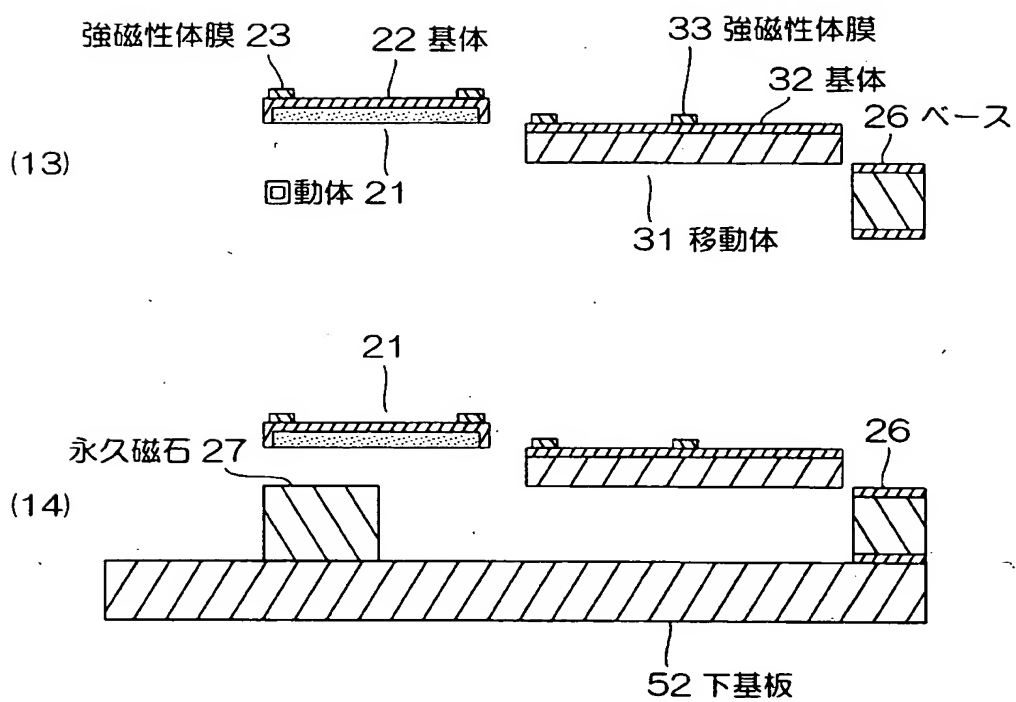


図10

【図 11】

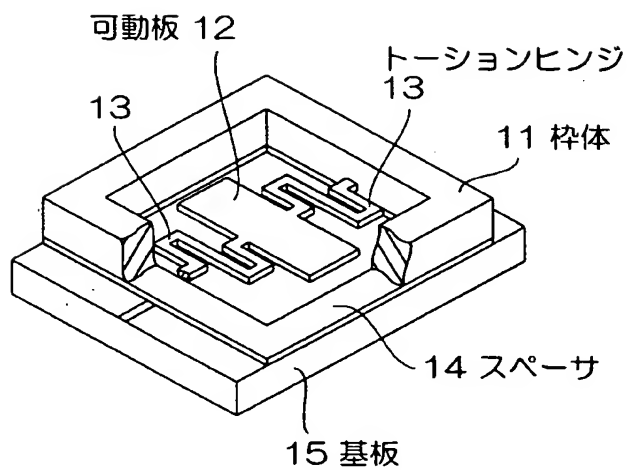


図11

【図 12】

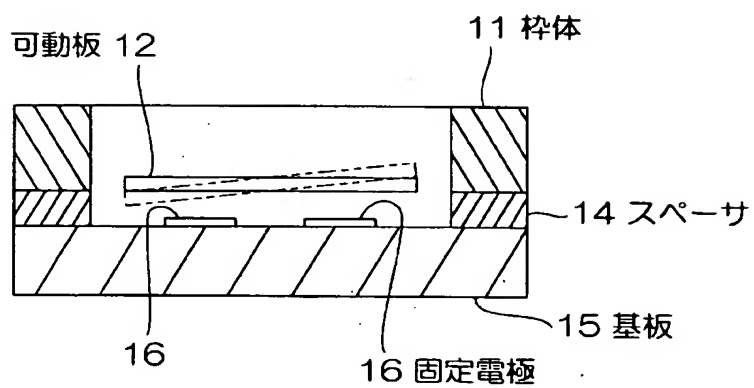


図12

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 駆動角度が大きく、かつ低電圧駆動できる磁気アクチュエータを提供する。

【解決手段】 永久磁石 2 7 と、永久磁石 2 7 の作る磁場内に位置された回動体 2 1 と、回動体 2 1 を回動自在に支持するトーションヒンジ 2 4 と、互いに対向配置された可動櫛歯電極 3 6 と固定櫛歯電極 3 7 とよりなる静電アクチュエータと、その静電アクチュエータによりトーションヒンジ 2 4 がなす回動軸と垂直方向に駆動されて永久磁石 2 7 と回動体 2 1 との間に入出入りする移動体 3 1 とよりなり、回動体 2 1 及び移動体 3 1 は強磁性を有し、移動体 3 1 が駆動されて回動体 2 1 に近づくことにより、それらの間に生じる斥力によって回動体 2 1 が回動する構造とする。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 3 6 5 5 6 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 2 3 1 0 7 3]

1. 変更年月日

1 9 9 5 年 7 月 5 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都渋谷区道玄坂1丁目21番2号

氏 名

日本航空電子工業株式会社